山西大學
Shanxi University

2010 届硕士学位论文

魏晋南北朝时期音乐科技史料研究

作者姓名 贾靖国

指导教师 高 兴 教 授

学科专业 音乐学

研究方向 中国音乐史

培养单位 音乐学院

学习年限 2007 年 9 月至 2010 年 6 月

二〇一〇年六月

山　西　大　学

2010届硕士学位论文

魏晋南北朝时期音乐科技史料研究

作者姓名　　贾靖国

指导教师　　高兴　教　授

学科专业　　音乐学

研究方向　　中国音乐史

培养单位　　山西大学音乐学院

学习年限　　2007年9月—2010年6月

二〇一〇年六月

Shanxi University

Master thesis 2010 session

Research of Musical Science and Technology Historical material in WeiJin South and North dynasty

Student Name	Jia Jingguo
Supervisor	Prof. Gaoxing
Major	Musicology
Field of Research	Music History of China
Department	Conservatory of Music
Research Duration	2007.09-2010.06

June 2010

目 录

中文摘要……I
Abstract……I
引言……1
第一章 魏晋南北朝时期音乐科技的发展及其社会基础……2
1.1 音乐科技的含义……2
1.2 中国音乐科技史的研究对象、内容与方法……2
1.3 音乐科技史研究的领域……2
1.3.1 音乐自然科学思维……2
1.3.2 音乐声学……3
1.3.3 音乐数学……4
1.3.4 音乐力学……4
1.3.5 乐器工艺学……5
1.4 魏晋南北朝时期的科学技术及其对音乐艺术发展的影响……5
1.4.1 魏晋南北朝时期科技的发展及社会背景……6
第二章 魏晋南北朝时期的音乐科技文献史料……10
2.1 音乐自然科学思维科技史料……10
2.2 音乐声学的史料……13
2.3 音乐数学史料……16
2.4 音乐力学的史料……21
2.5 音乐工艺学音乐史料……22
第三章 魏晋南北朝时期音乐科技的主要成果……25
3.1 音乐的自然科学思想……25
3.1.1 朴素唯物主义思想……25
3.1.2 天道自然观与律学……25
3.2 音乐声学成果……26
3.2.1 乐器声学……26
3.2.2 歌唱声学……26
3.2.3 共振……27
3.3 音乐数学的成果……27

3.4 音乐力学的成果......29
3.5 乐器工艺学......29
结语......30
参考文献......32
附录......33
发表文章目录......36
致谢......37
个人简况及联系方式......38
承诺书......39
学位论文使用授权声明......40

CONTENTS

Chinese Abstract I

Abstract II

Introduction 1

Chapter Wei's technology development and its social base 2

1.1 The meaning of music technology and research in the field 2

1.2 Chinese music history research object, content, and method 2

1.3 Music Technology History Study Area 2

1.3.1 Music Natural Thinking 2

1.3.2 Acoustics 3

1.3.3 Music Mathematics 4

1.3.4 Music mechanics 4

1.3.5 Instruments technology 5

1.4 Wei, science and technology and its impact on music and arts development 5

1.4.1 Wei, technology development and social background 6

Chapter Wei's Historical Materials Science and Technology 10

2.1 Materials and Technology Music Natural Thinking 10

2.2 Acoustics of Historical Data 13

2.3 History of mathematics 16

2.4 Mechanics of Materials Music 21

2.5 Music Technology Musical Materials Science 22

Chapter Wei's major achievements of science and technology 25

3.1 Music Natural thinking 25

3.1.1 Naive materialistic thinking 25

3.1.2 Cosmic Law of Nature and Science 25

3.2 Acoustics of results 26

3.2.1 Musical Instruments 26

3.2.2 singing acoustic 26

3.2.3 Resonance 27

3.3 Music Math results 27

3.4 The results of mechanical music 29
3.5 Instrument technology 29
Conclusion 30
References 32
Appendix 33
List of published articles 36
Thanks 37
Personal profiles and contact information 38
Undertaking 39
Thesis Statement License 40

中 文 摘 要

中国古代的音乐艺术孕育着古代科学技术，从音乐艺术的角度去挖掘科学技术，首先需要对古代音乐科技文献史料做一定的整理分析研究，但目前此项尚属空白。本文以魏晋南北朝的音乐科技史料为研究对象，主要采用文献学的研究方法，对魏晋南北朝时期音乐科技史料进行综合的分析和研究。

魏晋南北朝时期，由于社会环境动荡不安，科学技术似乎是在夹缝里成长，在科学技术发展的时间、地区、学科上都体现出发展的不平衡性。科技发展总体上是处于低峰期，发展不平衡、不稳定，但科学技术毕竟是在社会发展中最为活跃的因素，科学技术的发展也是社会发展的需要，是社会进步的必然，即使在很困难的情况下科学技术仍会取得一定的进步，而这种进步往往是在太平盛世很少出现的一种突破。

本文分为三个部分：第一部分作为铺垫，对音乐科技的含义及其研究领域进行阐述，其次对魏晋南北朝时期的科技成果进行概述。第二部分是骨干部分，对魏晋南北朝时期的音乐科技史料进行分类整理，力求史料的准确性，并为后文做准备。第三部分是本文的重点，通过对第二部分进行细致的梳理、分类总结，结合魏晋南北朝时期音乐文化的特点，从音乐自然科学思维、音乐声学、音乐数学、音乐力学、乐器工艺学方面分类研究，探求魏晋南北朝时期音乐科技发展的情况以及音乐艺术与科学技术的内在联系。本文最后为结语部分，总结前三部分的研究，得出魏晋南北朝时期的音乐科技的基本发展脉络，说明其研究价值和前景。

关键词：魏晋南北朝时期；音乐科技；文献史料；天道自然观；律学；乐器工艺；

Abstract

Ancient Chinese music breeds of ancient China, the outcome of the ancient Chinese music is very rich, ancient culture as a part of musical arts from the perspective of mining science and technology, science and technology of Ancient Music first need to do some finishing Historical Materials analysis. In this paper, Wei's historical data to study science and technology, mainly literature science research methods, music technology Wei comprehensive historical analysis and research.

Wei, due to unstable social environment, science and technology seems to grow in the cracks in the scientific and technological development time, regions, subjects reflected the development of the imbalance. Technology in general is in a low peak, uneven development and instability, but after all, science and technology is the most active in the social development factors, the development of science and technology needs of social development, social progress is inevitable, even in very difficult the case of science and technology will continue to achieve some progress, but this progress is often rare in times of peace as a breakthrough.

This article is divided into three parts: the first part as a foreshadowing of the meaning of music technology and research fields described, followed by the period of the Wei and Jin overview of scientific and technological achievements. The second part is the key part, on Southern and Northern Dynasties classified the historical music technology, and strive to historical accuracy, and later in preparation. The third part is the focus of this article, the second part through a careful sort, classification summary in accordance with Wei, the characteristics of musical culture, from music Natural thinking, music acoustics, music, mathematics, music, mechanics, instrument technology areas classification, and explore musical dynasties as well as technology development and science and technology, music internal relations.

Finally, the concluding section summarizes the first three parts of the study, obtained Wei's basic development of science and technology context, the research shows the value and prospects.

Key words: Wei; Music Technology; historical documents; law school; musical instrument; Heaven Nature;

引言

在中华文明的进程中，古代音乐艺术的发展成为中国文化发展中重要的一部分，对古代音乐艺术的研究涉及许多方面，取得了许多辉煌的研究成果，但对音乐艺术中科学技术的研究尚属空白，音乐艺术中孕育的科学技术有待于挖掘。古代科学往往在艺术的形式中被保存下来，音乐艺术是挖掘、提炼古代艺术中科学技术的一个宝藏，也是打开理解音乐艺术活动与科学技术关系的一把钥匙。

我们把自然科学的理论与技术在音乐艺术中的运用称为音乐科技，其中中国古代科技史属于音乐科技史的一部分，是中国古代音乐艺术史与科学技术史的交叉学科，魏晋南北朝时期的音乐科技做为古代音乐科技史重要的一个历史时期，需要对其进行深入研究，这也是本文研究的理论基础。

音乐科技研究大致包括音乐数学、音乐声学、音乐力学、乐器工艺学、音乐科学思维等内容。本文从收集到的魏晋南北朝时期的音乐科技史料中探讨魏晋南北朝时期音乐科技的发展状况与主要成果，以说明当时科技与音乐艺术的内在联系和相互作用。

6

第一章 魏晋南北朝时期音乐科技的发展及其社会基础

1.1 音乐科技的含义

音乐科技是一门音乐艺术与自然科学交叉的边缘性学科。古代科学往往以艺术的形式被保存下来。音乐艺术是挖掘、提炼古代艺术中科学技术的一个宝藏，也是打开理解音乐艺术活动与科学技术关系的一把钥匙。音乐科技是研究音乐事物中含有的科学技术成份及科学技术在音乐艺术中的运用，及其相互间的作用和影响及其成果。音乐科技是音乐艺术的课题，也是科学的课题，是横跨音乐史和科学技术史的综合性学科。

1.2 中国音乐科技史的研究对象、内容与方法

1.音乐科技是研究音乐事物中含有的科学技术成分，包括乐律、乐调、乐器、乐器工艺、创作技术、科学思维等。

2.研究的内容有：音乐科技对音乐艺术的发展所起的作用；社会因素对音乐科技发展的影响及音乐科技对社会的反作用；科技与音乐艺术的内在联系和相互作用等。

3.研究方法

①文献学的研究方法；

②数理逻辑的研究方法；

③哲学推理的研究方法；

1.3 音乐科技史研究的领域

把自然科学的理论，即科学思想的相关理论、声学的相关理论、数学的相关理论、工艺学的相关理论、天文学历学的相关理论等在音乐艺术中的运用称之为“音乐科技”。研究领域有音乐数学、音乐声学、音乐力学、乐器工艺学、音乐科学思维等。

1.3.1 音乐自然科学思维

音乐的科学思维是科学的思维方法和理论对音乐艺术的影响和作用。科学思维可以分为三点：音乐的自然观、科学观和方法论。自然观是人与自然的关系，“天行有常，不为尧存，不为桀亡”，[①]自然界的运动是有规律的，与人类社会政治好坏无关。“人法地，地法天，天法道，道法自然”[②]，人不但要认识自然还要改造自然、

[①]国学备要·《荀子·天伦》中国国学时代文化传播有限公司
[②]国学备要·《孟子》中国国学时代文化传播有限公司

顺应自然，讲究“天人合一”、“天道自然”。如古代用律与时令、季节、月份的关系，随月用律的思维，都是科学自然观在音乐艺术中的运用。嵇康的《声无哀乐论》系统的论述了音乐自然观，自然观是嵇康思想的核心。嵇康认为“自然”是指宇宙的本源，嵇康的自然观主要体现在元气自然、人性自然和度、数和规律自然等方面。《荀子·王制》篇说：“水火有气而无声，草木有生而无知，禽兽有知而无义；人有气、有生、有知、亦且有义，故最为天下贵也。”荀子这段话也体现出一种自然观的思维；科学观是指人们对科学的本质、作用、价值的看法，随着人类征服自然的能力不断提高，社会群体也越发复杂庞大，人们对待事物也越来越理性，相信科学的方法和手段，更相信科学的思维方式；在方法论上最能体现的就是“中庸”，“博学之，审问之，慎思之，明辨之，笃行之。[①]”这说明了做学问的方法论问题。

1.3.2 音乐声学

音乐是声音的艺术，音乐与声音的关系也最为紧密，音乐声学就是音乐与声学相互交叉的边缘学科。主要包括乐器声学、歌唱声学、室内声学等方面。现在音乐与声学是两个完全不同的学科，而在古代却是同一门学科。声学原是产生于音乐的基础上的，植根于音乐的土壤中的。声学关系到声音的振动、传播、共振等等，“声学”的最早运用于音乐可以追溯到河南省舞阳县出土的八千多年前的骨笛，其音阶结构正是被后人称之为中国传统的新音阶。声学技术的发展在古代还体现为调音技术，铸造技术，剧场声音传播技术、管口校正技术等等。北宋科学家沈括在谈到传声的物质材料和音调的变化时说：“此乃声学至要妙处也。今人不知其理，故不能极天地至和之声。”古代有大量的有关声学的文献典籍，同时这些声学典籍也是音乐文化的典籍。包括音乐史、乐器史、乐律学、乐器制造学、音乐理论等内容。因为古代音乐和声学的科学界限不清楚，所以有关声学的记载很散的分布在古代图书中。在《书》、《诗》、《礼记》、《周礼》、《春秋左传》、《庄子》、《淮南子》、《吕氏春秋》、《墨子》、《论衡》、《史记》等诸多文献典籍中都有声学的相关记载。“薄厚之所振动，清浊之所由出”[②]则从发声的声源和音调高低讲述了振动原理，人们认识到了声音现象与乐器振动体的厚薄、音调的关系。南唐谭峭在《化书》“声气”一节写到：“气由声也，声由气也；气动则声发，声发则气振，气振则风行，而万物变化也。”“风行”包含了古人对声音传播的概念，在空气中传播的振动连续性。

[①]国学备要·《四书》十九章 中国国学时代文化传播有限公司
[②]国学备要·《周礼·考工记·凫氏》中国国学时代文化传播有限公司

1.3.3 音乐数学

音乐数学是音乐和数学的结合运用。音乐数学的运用大多为律制中的数理逻辑，从数学上确定乐音的音高规律、音程关系、音阶结构，在古代称之为“律学”。律学是从发声物体振动规律出发，研究乐音的数理关系，是中国传统文化中特有的一个学科，在古代亦有大量著作：《吕氏春秋》中《音律篇》，《史记》中有《律书》，北周沈中撰《乐律义》，《梦溪笔谈》中有《乐律》卷，明朱载堉著有《乐律全书》等。根据生律法的不同律制也有所不同。数学的进步促进着律学的发展，律学的发展也影响着数学的进步。

演奏者在演奏实践中从对振动的认识到精密的数学计算，经历了实践和理论的相互促进关系。通过定调、调弦认识到弦线张力与音调的比例关系、音调与与线密度的比例关系：如“瑟以小弦为大声，以大弦为小声”，“治国譬如张瑟，大弦绽则小弦绝也。”在音乐实践中还认识到了管乐器中管长与音调定性关系、鼓膜振动频率之高低与其半径之关系、鼓膜张力的关系：如“歌声浊者用长笛长律，歌声情者用短笛短律。”“磬氏为磬，倨句一矩有半。其博为一，股为二，鼓为三。叁分其股博，去一以为鼓博。叁分其鼓博，以其一为之厚。已上，则摩其旁；已下，则摩其端。”

1.3.4 音乐力学

“力学”属于物理学范畴，通常理解的力学，是指一切研究对象的受力和受力效应的规律及其应用的学科的总称。[①]音乐力学是物理学中的力学理论与技术在音乐艺术中的运用，音乐艺术中主要涉及力学领域的有材料力学、动力学、重心与平衡的相关知识。体现在音乐艺术中有乐器制造、演奏技术等。古代中国的力学没有形成理论体系，主要是在实践中的一些积累经验总结。

重心和平衡是古人所具有的重要的力学知识，在音乐艺术中重心和平衡也是非常重要的。如悬挂乐器钟、磬之类的悬挂平衡点，悬挂平衡点还关系着乐器振动和发音效果。出于对音质的考虑，往往会把悬挂点和重心重合在一起。同时，乐器自身大小的平衡性也决定着音响效果的差异；在乐器演奏实践中，弓与弦的平衡点、人与乐器的距离、握弓的方式、执鼓槌的位置等等都与平衡和重心有关系，这种平衡性的掌握往往成为演奏技巧的“诀窍”，直接关系着音质的好坏和音乐表现；如在二胡的演奏中,运弓的"匀"是一项重要的基本功,弓毛的触弦点与手指的施力点是一动态力矩平衡关系,为消除噪音和虚音,要利用力学原理实现"音匀"。《琴论》中说：“指

①戴念祖《中国物理学史大系・古代物理学史》 湖南教育出版社 2001

法遒劲则失于太过，懦弱则失之不及”，动力学在古代也没有形成系统的体系，但在音乐艺术实践中动力学对音乐表现起着重要的作用。在音乐演奏中作用力与乐器声音效果、对情感表达都有很重要的作用，音量的大小，音调的柔和与强劲，作用力与乐器的接触点都影响着音乐表现力。动力的熟练掌控也成为一些乐器的技术要领。材料力学研究材料在各种外力作用下产生的应变、应力、强度、刚度和导致各种材料破坏的极限。音乐中的材料力学是研究乐器材料对乐器的发声的影响，如弦的张力、笛的拼接、鼓皮的张力大小等对音质的影响。

1.3.5 乐器工艺学

乐器工艺学主要反映于乐器制造材料及化学成分和工艺技术两方面。选择材质的好坏、木材的纹理、干湿，金属类乐器合金的配比等都决定着乐器的音质。如古琴的制作材质决定着古琴的音质。于是在古代出现了“四大名琴”。齐桓公的“号钟”、楚庄王的“绕梁”、司马相如的“绿绮”和蔡邕的“焦尾”。[①]同样的材质还要经过精湛的工艺技术加工，工序、乐器大小、漆面、冶炼技术、做工的粗细、比例的计算才能做出品质优越的乐器。如编钟的大小、硬度、共鸣箱都需要较高的制作工艺。尤其是一钟双音的制作工艺已经是极其复杂。古代对于乐器外观的美观也是很讲究，雕刻、漆器、绘画等，其中反映的科技也是较多的。如在曾侯乙编钟上刻的铭文，而在编钟上刻字需要怎样坚硬的物品？则直接反映出当时的冶金技术。

1.4 魏晋南北朝时期的科学技术及其对音乐艺术发展的影响

我国古代社会发展经历了几次大统一、大团结、大发展的时期，也经历了几次社会动荡、分裂的时期，魏晋南北朝则是其中分裂时间最长、动荡最为剧烈的一次。从东汉以张角为首的黄巾起义（公元 184 年）到隋文帝统一全国（公元 589 年）为止，前后共计 405 年，除去三国西晋时期在名义上有统一的气象，也足足混乱了 350 年左右的时间，这在世界史上也是十分罕见的。首先是东汉末年的军阀混战，第二阶段是西晋末年的“八王之乱”，第三阶段是东晋十六国时期。与战乱伴随的是大量的人口迁徙，经济中心的南移。社会环境的动荡不安给人民大众的生活带来苦难，而社会动荡造成的人口迁徙在另一方面却促进了科技和文化的交流，一些先进的生产技术和文化的交流，促进了经济、文化的繁荣，尤其是南方经济的繁荣。与之秦、汉相比魏晋南北朝时期的科技发展总体上是一个低峰时期，大都沿用了汉代的技术，

[①]孙继南 周柱栓《中国音乐通史简编》山东教育出版社 1999

但其自身的科技仍然取得了一些进步，如农业、水利、医学等等。魏晋南北朝时期音乐艺术也是上承秦汉，中古伎乐的发展延续着春秋以来散乐发展的遗绪，体现着世俗性。民间艺术形式不断的丰富、完善，民族音乐展现出大融合的趋势。汉时的“相和歌”演变为“清商乐”，中原音乐与北方游牧民族及西域音乐的保存也为唐代七部乐、九部乐打下了基础；在音乐思想上出现了“玄学”，同时器乐、律学和乐学都有一定的发展，“相和三调”理论的出现，“何承天新律”、荀勖笛律及“管口校正”的发现都有重要的学术价值。

1.4.1 魏晋南北朝时期科技的发展及社会背景

魏晋南北朝时期，由于社会环境动荡不安，科学技术似乎是在夹缝里成长，在科学技术发展的时间、地区、学科上都体现出发展的不平衡性。如北方的十六国时期，科学技术基本上是停滞不前。在地区上则是南方的发展要胜于北方，出现了南北地域性的不平衡。各学科中数学、农学、天文、化学、地理学、医学等较为突出，而物理学和冶金则成果不多。总体上，魏晋南北朝的科技是处于低峰期，发展不平衡、不稳定，但科学技术毕竟是在社会发展中最为活跃的因素，科学技术的发展也是社会发展的需要，是社会进步的必然，即使在很困难的情况下科学技术仍会取得一定的进步，而这种进步往往是在太平盛世很少出现的一种突破。这一时期科学技术，在继承了前代成就的基础上，在数学、农学、地理学、天文历法、机械制造、医学等许多方面显现出许多创新。科学技术在古代的传播是从百工相传、家传技艺到有工艺学的专科教育出现，从原始形式到传播方式正规化，经历了一个历史的发展过程。而魏晋南北朝时期是历史上首次将科学技术正式作为学科知识列入正规学校教育之中，科学技术在官学中争得了一席地位，由此就更促进了科学技术在民间和家传中的发展，也使得魏晋南北朝时期科技人才出现了数不胜数，群星璀璨的景象。

1、数学

魏晋南北朝时期数学有了显著的发展，出现了许多重要的数学典籍，如刘徽《九章算术注》、《海岛算经》、《孙子算经》、《张丘建算经》，赵爽的《周髀算经注》，甄鸾的《五曹算经》、《五经算术》等。这些著述充实发展了以《九章算术》为代表的中国数学体系。数学的重要成果有勾股算术、重差数、割圆数、圆周率、球的体积公式、线性方程组解法、二次和三次方程解法等等。[①]特别应指出的是数学家刘徽和

[①]戴念祖《中国物理学史大系・声学史》湖南教育出版社 2001

祖冲之，刘徽是魏晋时期的数学家，是中国古代最杰出的数学家之一。在世界数学史上，也占有杰出的地位。他的杰作《九章算术注》对《九章算术》中的一些重要公式做出了证明。他创立割圆术，建立计算圆周率的科学方法；运用极限思想证明四面体体积公式；指出通过牟合方盖解决球体面积计算的正确途径提出线性方程组的互乘相消法等等杰出成就。在其著的《海岛算经》一书中，刘徽精心选编了九个测量问题，这些题目的创造性、复杂性和富有代表性，都在当时为西方所瞩目．另一位伟大的数学家是祖冲之，祖冲之生于南朝的一个士大夫家庭，自幼勤奋好学，在天文、历法、数学和机械制造等方面都取得了重大成就。祖冲之和儿子祖的数学成就都集中在他们的数学著作《缀术》中，“古之九数，圆周率三，圆径率一，其术疏舛。自刘歆、张衡、刘徽、王蕃、皮延宗之徒，各设新率，未臻折衷。宋末，南徐州从事史祖冲之，更开密法，以圆径一亿为一丈，圆周盈数(过剩近似值)三丈一尺四寸一分五厘九毫二秒七忽，朒数(朒 nǜ。朒数，不足近似值)三丈一尺四寸一分五厘九毫二秒六忽，正数在盈、二限之间。密率，圆径一百一十三，圆周三百五十五。约率，圆径七，周二十二。又设开差幂，开差立，兼以正圆参之。指要精密，算氏之最者也。所著之书，名为《缀术》，学官莫能究其深奥，是故废而不理。”[①]这部著作，被列为“算经十书”之中，可惜已经失传。现在所知的祖冲之的数学成就主要集中在圆周率、球体积和开带从立方三个方面。祖冲之更进一步精确推算了圆周率，求出圆周率的值在31415926和3.1415927两个数值之间，并提出其约率22/7和密率355/113，祖冲之对圆周率的求索，超过了世界水平整整一千年。[②]

2、天文学

魏晋南北朝时期，天文历法的研究异常活跃，涌现出大量的学术著作，是中国古代天文历法史上一个极为重要的历史时期。魏晋南北朝时期的天文学围绕着盖天、浑天、昼夜之说，逐渐形成了安天论、穹天论、昕天论等理论。东晋虞喜针对“忧天坠”的思想，写成了“安天论”，虞耸在《穹天论》中提出了“穹天说”，孙吴时的姚信在《昕天论》中提出“昕天论”；其次是岁差和大气消光现象，大约在公元330年，虞喜将同一时节星辰出没时刻与古代记录的比较，发现恒星提前出没，这表明二至、二分点已向西移动。由此得出：太阳周年视运动一周天，并非就是冬至一周岁。即太阳一周天与二至一复的时间并不相同。根据历史记录进行了计算，他提出

[①]国学备要《隋书·律历志》 中国国学时代文化传播有限公司
[②]刘洪涛 《中国古代科技史》南开大学出版社 1991

每50年向西移动4度的岁差值，这是中国历史上首次对岁差规律揭示，是天文学的重大发现和创新。南朝何承天对岁差也进行了研究，而祖冲之首次将岁差应用到历法的编制中，极大地提高了历法的推算精度。魏晋南北朝时期在星图与浑仪、浑象的研究中，先后有许多人制造浑仪和绘制星图。相关天文仪器和天象图径的著作纷纷问世，其中的孙吴时陈卓所绘的星图和北魏时铸造的铁浑仪最为著名。星图起源于盖天说的演示仪器——盖图。这种圆型盖天式星图是我国古代星图的主要形式。

3、地理学

地理学是我国古代深得重视的学科。在西汉时期，人们已能绘制精确的地图。到了魏晋南北朝时期，出现了西晋的裴秀、北魏的郦道元对后世有影响巨大的地理学家。裴秀绘制了《禹贡地域图》，“以《禹贡》山川地名，从来久远，多有变易”。在《禹贡地域图·序》中，他提出了著名的“制图六体”，即绘制地图的六项原则。北魏郦道元的《水经注》是中国古代一部全面系统的综合性的地理学专著，《水经》只记载了137条河流，《水经注》补入一千多条，文字也扩充了几十倍，内容涉及面更广，内容则远远超出了河道、水文，包括了河道流经地域的历史变迁、经济状况、自然景观等许多方面。

4、工艺学

魏晋南北朝是文化艺术全面交融的时期，民族文化的交融、冲击，给工艺学的发展带来巨大影响，工艺学从审美取向和文化内涵都有了根本性的转变。由于西北民族文化的传入和域外文化的传入，逐渐从根本上改变了中原人民的起居生活及其对室内空间陈设的处理。与此同时，佛教在广大地域内获得滋生，宗教艺术也应运而生。魏晋时期佛教艺术的影响在石刻建筑艺术上反映得尤为充分，到了南北朝时期的石刻艺术可谓登峰造极，无与伦比，这在开凿大型石窟及其造像，以及精雕细琢的形象处理和装饰构图上，都有充分的表现。魏晋南北朝时代外来文化对中国文化艺术发展所起的促进作用是无法估量的，民族文化的融合，异国文化影响，使得当时的石雕艺术呈现出丰富多彩的面貌，雕塑艺术在传统的基础之上也有了进一步的发展，石刻艺术不仅成为宗教精神的象征，也再现着社会生活。

5、医学

魏晋南北朝时期，医学的理论和治疗实践有了明显的进步，出现了许多医学家和诸多医学论著。王叔和的《脉经》，魏晋间皇甫谧的《针灸甲乙经》等著作，将诊断学和针灸学的基础理论和实践规范化，在前代的基础上有重大发展。药物学最具影响力的是南北朝时陶弘景的《本草经集注》，他将前代本草学成就进行了较彻底的

整理，总结《本经》数百年的经验，其中药物品种成倍增加，对药物限制、度量衡、剂型等严加考订，更重要的是开创了新的本草分类方法，影响深远。

6、农学

由于社会动荡、战乱，魏晋南北朝时期的农业一度遭受严重的破坏，但由于战争本身的需要，农业技术仍在发展着，农具的改进、耕作技术的改进、育种、栽培、畜牧、水利技术等都有了显著的提高。农学成就当首推《齐民要术》，贾思勰的这部著作集中、系统、全面地反映了中国古代农学成就，尤其是总结了魏晋南北朝时期北方的生产经验，"采捃经传，爰及歌谣，询之老成，验之行事"，说明了写这部农学的科学著作的过程。[1]《齐民要术》也是我国现存最早的完整农书。

7、化学

魏晋南北朝时期的化工技术在许多方面取得了显著的成就，陶瓷、冶金、手工业、造纸、染色、农业技术等都包含了丰富的化学知识，除此外，化学在酿酒、制糖、炼丹术等方面也有出色的成就。我国古代炼丹术兴起于秦代，在魏晋南北朝有了较大的发展，出现了三位大炼丹家，东晋的葛洪、东汉的魏伯阳、南朝梁的陶弘景。他们都有相关的著述，我国古代许多重要的化学现象，重要的金属和非金属材料都是炼丹家最先发现和记录下来的。魏晋南北朝时期化学的贡献主要表现在铅化学、汞化学、胆铜、硝石等的制取。制糖在《齐民要术》卷九分别介绍了"白饧"、"黑饧""琥珀饧"、"煮餔"、"作饴"等五种麦芽糖的制法，其基本操作与现今制糖法是一致的。魏晋南北朝时期的酿酒建立起套完整的工艺和发酵理论。[2]有关记载有张华的《博物志》，贾思勰的《齐民要术》等。

[1]何堂坤 何绍庚 《中国魏晋南北朝科技史》人民出版社 1994
[2]何堂坤 何绍庚 《中国魏晋南北朝科技史》人民出版社 1994

第二章 魏晋南北朝时期的音乐科技文献史料

2.1 音乐自然科学思维科技史料

【2.1.1】昔者圣人之作乐也，将以顺天地之体成万物之性也。故定天地八方之音，以迎阴阳八风之声；均黄钟中和之律，开群生万物之情气；故律吕协则阴阳和，音声适则而万物类；男女不易其所，君臣不犯其位；四海同其欢，九州一其节；奏之圜丘而天神下，奏之方泽而地祇是上，天地合其德，则万物合其生；刑赏不用，而民自安矣。乾坤易简，故雅乐不烦。道德平淡，故无声无味。不烦则阴阳自通，无味则百物自乐，日迁善成化而不自知，风俗移易，而同于是乐。此自然之道，乐之所使也。

《乐论》

【2.1.2】晋成帝咸康七年，散骑侍郎顾臻表曰：“臣闻圣王制乐，赞扬治道，养以仁义，防其邪淫，上享宗庙，下训黎民，体五行之正音，协八风以陶气。

以宫声正方而好义，角声坚齐而率礼，弦哥钟鼓金石之作备矣。故通神至化，有率舞之感；移风改俗，致和乐之极。

《宋书》卷十九 志第九 乐一

【2.1.3】扬子云曰：“声生于日，(谓甲己为角，乙庚为商，丙辛为徵，丁壬为羽，戊癸为宫。)律生于辰，(谓子为黄钟，丑为大吕之属。)声以情质，(质，正也。各以其行本情为正也。)律以和声，(当以律管钟均，和其清浊之声。)声律相协，而八音生。(协，和。)宫、商、角、徵、羽，谓之五声。金、石、匏、革、丝、竹、土、木，谓之八音。声和音谐，是谓五乐。”（夫阴阳和则景至，律气应则灰除。是故天子常以冬夏至御前殿，合八能之士，陈八音，听乐均，度晷景，候钟律，权土炭，效阴阳。冬至阳气应，则乐均清，景长极，黄钟通，土炭轻而衡仰。夏至阴气应，则乐均浊，景短极，蕤宾通，土炭重而衡低。进退于先后五日之中，八能各以候状闻。太史令封上。效则和，否则占。候气之法，为室三重，户闭，涂衅周密，布缇幔。室中以木为案，每律各一，内庳外高，从其方位，加律其上。以葭莩灰布其内端，案历而候之。气至者灰动，其为气动者其灰散，人及风所动者，其灰聚。殿中候，用玉律十二。唯二至乃候灵台，用竹律六十。取弘农宜阳县金门山竹为管，河内葭莩为灰。

《宋书》卷十一 志一 志序 历上

【2.1.4】代陵迟，音律失度。汉兴，北平侯张苍始定律历。孝武之世，置协律

之官。元帝时，郎中京房知五音六十律之数，受学于小黄令焦延寿。其下生、上生，终于中吕，而十二律毕矣。中吕上生执始，执始下生去灭，终于南事，而六十律毕矣。夫十二律之变至于六十，犹八卦之变至于六十四也。宓羲作《易》，纪阳气之初，以为律法。建日冬至之声，以黄钟为宫，太蔟为商，姑洗为角，林钟为徵，南吕为羽，应钟为变宫，蕤宾为变徵。此声气之元，五音之正也。故各统一日。其余以次运行，当日者各自为宫，而商角徵羽以类从焉。《礼运篇》曰："五声、六律、十二管还相为宫。"此之谓也。以六十律分一期之日，黄钟自冬至始，及冬至而复，阴阳寒暖风雨之占于是生焉。房又曰："竹声不可以度调，故作准以定数。准之状如瑟，长丈而十三弦，隐间九尺，以应黄钟之律九寸；中央一弦，下有画分寸，以为六十律清浊之节。"房言律详，其术施行于史官，候部用之。《续汉志》具载其律准度数。）

《宋书》卷十一 志一 志序 历上

【2.1.5】叶时日于晷度，效地气于灰管，故阴阳和则景至，律气应则灰飞。灰飞律通，吹而命之，则天地之中声也。

《晋书》卷十六 志六 律历上

【2.1.6】五音十二律

土音宫，数八十一，为声之始。属土者，以其最浊，君之象也。季夏之气和，则宫声调。宫乱则荒，其君骄。黄钟之宫，律最长也。

火音徵，三分宫去一以生，其数五十四。属火者，以其徵清，事之象也。夏气和，则徵声调。徵乱则哀，其事勤也。

金音商，三分徵益一以生，其数七十二。属金者，以其浊次宫，臣之象也。秋气和，则商声调。商乱则诐，其官坏也。

水音羽，三分商去一以生，其数四十八。属水者，以为最清，物之象也。冬气和，则羽声调。羽乱则危，其财匮也。

木音角，三分羽益一以生，其数六十四。属木者，以其清浊中，人之象也。春气和，则角声调。角乱则忧，其人怨也。

凡声尊卑，取象五行，数多者浊，数少者清；大不过宫，细不过羽。

《晋书》卷十六 志六 律历上

【2.1.7】夫阴阳和则景至，律气应则灰除。是故天子常以冬夏至日御前殿，合八能之士，陈八音，听乐均，度晷景，候钟律，权土灰，效阴阳，冬至阳气应则灰除，是故乐均清，景长极，黄钟通，土灰轻而衡仰。夏至阴气应则乐均浊，景短极，

蕤宾通，土灰重而衡低。进退于先后五日之中，八能各以候状闻，太史令封上。效则和，否则占。

《晋书》卷十六 志六 律历上

【2.1.8】五声：宫为君，宫之为言中也。中和之道，无往而不理焉。商为臣，商之为言强也，谓金性之坚强也。角为民，角之为言触也，谓象诸阳气触物而生也。徵为事，徵之为言止也，言物盛则止也。羽为物，羽之为言舒也，言阳气将复，万物孳育而舒生也。古人有言曰："礼乐不可斯须去身。"化上迁善，有如不及。是以闻其宫声，使人温良而宽大；闻其商声，使人方廉而好义；闻其角声，使人恻隐而仁爱；闻其徵声，使人乐养而好施；闻其羽声，使人恭俭而好礼。

《晋书》卷二十二 志十二 乐上

【2.1.9】八音，八方之风也。乾之音石，其风不周。坎之音革，其风广莫。艮之音匏，其风融。震之音竹，其风明庶。巽之音木，其风清明。离之音丝，其风景。坤之音土，其风凉。兑之音金，其风阊阖。

《晋书》卷二十二 志十二 乐上

【2.1.10】正月之辰谓之寅，寅者津也，谓生物之津涂也。二月之辰名为卯，卯者茂也，言阳气生而孳茂也。三月之辰名为辰，辰者震也，谓时物尽震动而长也。四月之辰谓为巳，巳者起也，物至此时毕尽而起也。五月之辰谓为午，午者长也，大也，言物皆长大也。六月之辰谓之未，未者味也，言时万物向成，有滋味也。七月之辰谓为申，申者身也，言时万物身体皆成就也。八月之辰谓为酉，酉者緧也，谓时物皆緧缩也。九月之辰谓为戌，戌者灭也，谓时物皆衰灭也。十月之辰谓为亥，亥者劾也，言时阴气劾杀万物也。十一月之辰谓为子，子者孳也，谓阳气至此更孳生也。十二月之辰谓为丑，丑者纽也，言终始之际，以纽结为名也。

《晋书》卷二十二 志十二

【2.1.11】十一月之管谓之黄钟，黄者，阴阳之中色也。天有六气，地有五才，而天地数毕焉。或曰，冬至德气为土，土色黄，故曰黄钟。正月之管谓为太蔟，蔟者蔟也，谓万物随于阳气太蔟而生也。三月之管名为姑洗，姑洗者：姑，枯也；洗，濯也，谓物生新洁，洗除其枯，改柯易叶也。五月之管名为蕤宾，葳蕤，垂下貌也；宾，敬也，谓时阳气下降，阴气始起，相宾敬也。七月之管名为夷则，夷，平也；则，法也，谓万物将成，平均皆有法则也。九月之管名为无射，射者出也，言时阳气上升，万物收藏无复出也。十二月之管名为大吕，吕者助也，谓阳气方之，阴气助也。十月之管名为应钟，应者和也，谓岁功皆成，应和阳功，收而聚之也。八月

之管名为南吕，南者任也，谓时物皆秀，有怀任之象也。六月之管名为林钟，林者茂也，谓时物茂盛于野也。四月之管名为仲吕者，吕，助也，谓阳气盛长，阴助成功也。二月之管名为夹钟者，夹，佐也，谓时物尚未尽出，阴德佐阳而出物也。

《晋书》卷二十二　志十二　乐上

【2.1.13】案后汉顺帝阳嘉二年冬十月，行礼辟雍，奏应钟，始复黄钟作乐，器随月律。

《魏书》卷一百九 志第十四 乐五

【2.1.14】晋阮籍乐论曰：昔者圣人之作乐也，将以顺天地之性，体万物之生也，故定天地八方之音，以迎阴阳八风之声，故律吕协则阴阳和，音声適而万物类，奏之圆丘，而天神下降，肆之方岳，而地祇上应，天地合其德，则万物合其生，刑赏不用而民自安，车服旌旗，宫室饮食，礼之具也，锺磬鞞鼓琴瑟，乐之器也，礼逾其制则尊卑乖，乐失其序则亲疏乱，礼定其众，乐平其心，礼治其外，乐化其内，故清庙之歌，咏成功之绩，宾飨之诗，称礼让之则，百姓化其善，异俗服其德也。

《艺文类聚》卷四十二 乐部二

2.2 音乐声学的史料

【2.2.1】泰始十年，中书监荀勖、中书令张华出御府铜竹律二十五具，部太乐郎刘秀等校试，其三具与杜夔及左延年律法同，其二十二具，视其铭题尺寸，是笛律也。问协律中郎将列和，辞："昔魏明帝时，令和承受笛声以作此律，欲使学者别居一坊，歌咏讲习，依此律调。至于都合乐时，但识其尺寸之名，则丝竹歌咏，皆得均合。歌声浊者用长笛长律，歌声清者用短笛短律。凡弦歌调张清浊之制，不依笛尺寸名之，则不可知也。"

《隋书》卷十六《律历志》

【2.2.2】诸郡舍仓库，或有汉时故钟，依律命之，皆不叩而应，声音韵合，又皆俱成。

《世说新语》卷下之上《术解第二十》

【2.2.3】"口之激气为舌，何异以籁龠纳气而鸣耶？"

《声无哀乐论》

【2.2.4】"气激于喉中而浊，谓之言；激于舌而清，谓之啸。"

《啸旨》

【2.2.5】夫音律所始，本于人声者也。声含宫商，肇自血气，先王因之，以制

乐歌。故知器写人声，声非学器者也。故言语者，文章神明枢机，吐纳律吕，唇吻而已。古之教歌，先揆以法，使疾呼中宫，徐呼中徵。夫商徵响高，宫羽声下；抗喉矫舌之差，攒唇激齿之异，廉肉相准，皎然可分。

《文心雕龙》声律第三十三

【2.2.6】人舌尖处到向喉内，亦曰两舌重沓，以爪徐刮之，则啸声清远。

《拾遗记》

【2.2.7】勖等奏："昔先王之作乐也，以振风荡俗，飨神佐贤，必协律吕之和，以节八音之中。是故郊祀朝宴，用之有制，歌奏分叙，清浊有宜。故曰'五声十二律，还相为宫。'此经传记籍可得而知者也。如和对辞，笛之长短，无所象则，率意而作，不由曲度。考以正律，皆不相应，吹其声均，多不谐合。又辞：'先师传笛，别其清浊，直以长短，工人裁制，旧不依律。'是为作笛无法。而知写笛造律，又令琴瑟歌咏，从之为正，非所以稽古先哲，垂宪于后者也。谨条牒诸律，问和意状如左。及依典制，用十二律造笛像十二枚，声均调和，器用便利。讲肄弹击，必合律吕，况乎宴飨万国，奏之庙堂者哉！虽伶、夔旷远，至音难精，犹宜刑古昔，以求厥衷，合于经礼，于制为详。若可施用，请更部笛工，选竹造作，太乐、乐府施行。平议诸杜夔、左延年律可皆留。其御府笛正声下徵各一具，皆铭题作者姓名。其余无所施用，还付御府毁。"奏可。

又问和："笛有六孔，及其体中之空为七。和为能尽名其宫商角徵不？孔调与不调，以何检知？"和辞："先师相传，吹笛但以作曲相语，为某曲当举某指，初不知七孔尽应何声也。若当作笛，其仰尚方笛工，依案旧像讫，但吹取鸣者，初不复校其诸孔调与不调也。"案《周礼》调乐金石，有一定之声，是故造钟磬者，先依律调之，然后施于厢悬。作乐之时，诸音皆受钟磬之均，即为悉应律也。至于飨宴殿堂之上，无厢悬钟磬，以笛有一定调，故诸弦歌皆从笛为正。是为笛犹钟磬，宜必合于律吕。如和所对，直以意造，率短一寸，七孔声均，不知其皆应何律？调与不调，无以检正。唯取竹之鸣者，为无法制。辄令部郎刘秀、邓昊、魏邵等与笛工参共作笛。工人造其形，律者定其声，然后器象有制，音均和协。

又问和："若不知律吕之义，作乐音均高下清浊之调，当以何名之？"和辞："每合乐时，随歌者声之清浊，用笛有长短。假令声浊者用三尺二笛，因名曰此三尺二调也。声清者用二尺九笛，因名曰此二尺九调也。汉、魏相传，施行皆然。"案《周礼》奏六乐，乃奏黄钟；歌大吕，乃奏太蔟，歌应钟，皆以律吕之义，纪歌奏清浊。而和所称以二尺三尺为名，虽汉、魏用之，俗而不典。部郎刘秀、邓昊等以律作笛，

三尺二寸者，应无射之律，若宜用长笛，执乐者曰："请奏无射。"《周语》曰："无射所以宣布哲人之令德，示民轨仪也。"二尺八寸四分四厘应黄钟之律，若宜用短笛，执乐者曰："请奏黄钟。"《周语》曰："黄钟所以宣养六气九德也。"是则歌奏之义，当合经礼，考之古典，于制为雅。

《宋书》卷十一 志一 志序 历上

【2.2.8】方以类聚，物以群分。声以同应，气以黄乖。其类苟聚，虽远不离；其群苟分，虽近未合。故铜山崩蜀，锺鸣于晋；

《刘子》类感第五十

【2.2.9】"苏峻在历阳外营，将军鼓自鸣，如人弄鼓者"

《晋书》卷二十九 志第十九

【2.2.10】高祖孝文皇帝德钟后仁之期，道协先天之日，顾《云门》以兴言，感《箫韶》而忘味。以故中书监高闾博识明敏，文思优洽，绍踪成均，实允所寄。乃命闾广程儒林，究论古乐，依据《六经》，参诸国志，错综阴阳，以制声律。钟石管弦，略以完具，八音声韵，事别粗举。值迁邑嵩瀍，未获周密，五权五量，竟不就果。自尔迄今，率多褫落，金石虚悬，宫商未会。伏惟陛下至圣承天，纂戎鸿烈，以金石未协，诏臣缉理。谨即广搜秬黍，选其中形，又采梁山之竹，更裁律吕，制磬造钟，依律并就。但权量差谬，其来久矣，顷蒙付并州民王显进所献古铜权，稽之古范，考以今制，钟律准度，与权参合。昔造犹新，始创若旧，异世同符，如合规矩。

度量权历，出自黄钟，虽造管察气，经史备有，但气有盈虚，黍有巨细，差之毫厘，失之千里。自非管应时候，声验吉凶，则是非之原，谅亦难定。此则非仲儒浅识所敢闻之。至于准者，本以代律，取其分数，调校乐器，则宫商易辨。若尺寸小长，则六十宫商相与微浊；若分数加短，则六十徵羽类皆小清。语其大本，居然微异。至于清浊相宣，谐会歌管，皆得应合。虽积黍验气，取声之本，清浊谐会，亦须有方。若闲准意，则辨五声清浊之韵；若善琴术，则知五调调音之体。参此二途，以均乐器，则自然应和，不相夺伦。如不练此，必有乖谬。

《魏书》卷一百九 志第十四 乐五

【2.2.11】黄钟为声气之元，其管最长，故以黄钟为宫，太蔟为商，林钟为徵，则宫徵相顺。

《魏书》卷一百九 志第十四 乐五

【2.2.12】若依案见尺作准，调弦缓急，清浊可以意推耳。

《魏书》卷一百九 志第十四 乐五

【2.2.13】张瑰，字祖逸，吴郡吴人也。祖裕，宋金紫光禄大夫。父永，右光禄大夫。晓音律，宋孝武问永以太极殿前钟声嘶，永答“钟有铜滓”。乃扣钟求其处，凿而去之，声遂清越。

《南齐书》卷二十四 列传第五

【2.2.14】“绥雅好音律，尝当暑承风而啸，泠然成曲。”

《晋书》卷九二《文苑列传·成公绥》

【2.2.15】“晋中朝有人悬铜为盘，晨夕恒鸣，如人叩打，以白张画。华曰：此盘与洛钟宫上相谐，故声相应。可错（剉）令轻，则韵乖自止。”

《太平御览》卷五七五乐部一十三

2.3 音乐数学史料

【2.3.1】黄钟之笛，正声应黄钟，下徵应林钟，长二尺八寸四分四厘有奇。正声调法，以黄钟为宫，则姑洗为角，翕笛之声应姑洗，故以四角之长为黄钟之笛也。其宫声正而不倍，故曰正声。

正声调法：黄钟为宫，第一孔也。应钟为变宫，第二孔也。南吕为羽，第三孔也。林钟为徵，第四孔也。蕤宾为变徵，第五附孔也。姑洗为角，笛体中声。太蔟为商。笛后出孔也。商声浊于角，当在角下，而角声以在体中，故上其商孔，令在宫上，清于宫也。然则宫商正也，余声皆倍也；是故从宫以下，孔转下转浊也。此章记笛孔上下次第之名也。下章说律吕相生，笛之制也。正声调法，黄钟为宫。作黄钟之笛，将求宫孔，以始洗及黄钟律，从笛首下度之，尽二律之长而为孔，则得宫声也。宫生徵，黄钟生林钟也。以林钟之律从宫孔下度之。尽律作孔，则得徵声也。徵生商，林钟生太蔟也。以太蔟律从徵孔上度之，尽律以为孔，则得商声也。商生羽，太蔟生南吕也。以南吕律从商孔下度之，尽律为孔，则得羽声也。羽生角，南吕生姑洗也。以姑洗律从羽孔上行度之，尽律而为孔，则得角声也。然则出于商孔之上，吹笛者左手所不及也。从羽孔下行度之，尽律而为孔，亦得角声，出于商附孔之下，则吹者右手所不逮也，故不作角孔。推而下之，复倍其均，是以角声在笛体中，古之制也。音家旧法，虽一倍再倍，但令均同，适足为唱和之声，无害于曲均故也。《国语》曰，匏竹利制，议宜，谓便于事用从宜者也。角生变宫，姑洗生应钟也。上句所谓当为角孔而出于商上者，墨点识之，以应钟律。从此点下行度之，

尽律为孔，则得变宫之声也。变宫生变徵，应钟生蕤宾也。以蕤宾律从变宫下度之，尽律为孔，则得变徵之声。十二笛之制，各以其宫为主，相生之法，或倍或半，其便事用，例皆一也。

下徵调法：林钟为宫，第四孔也。本正声黄钟之徵。徵清，当在宫上，用笛之宜，倍令浊下，故曰下徵。下徵更为宫者，《记》所谓“五声，十二律还相为宫”也。然则正声清，下徵为浊也。南吕为商，第三孔也。本正声黄钟之羽，今为下徵之商也。应钟为角，第二孔也。本正声黄钟之变宫，今为下徵之角也。黄钟为变徵，下徵之调，林钟为宫，大吕当为变徵，而黄钟笛本无大吕之声，故假用黄钟以为变徵也。假用之法，当为变徵之声，则俱发黄钟及太蔟、应钟三孔。黄钟应浊而太蔟清，大吕律在二律之间，俱发三孔而徵硙〈石蒦〉之，则得大吕变徵之声矣。诸笛下徵调求变徵之法，皆如此也。太蔟为徵，笛后出孔。本正声之商，今为下徵之徵也。姑洗为羽，笛体中翕声。本正声之角，今为下徵之羽。蕤宾为变宫。附孔是也。本正声之变徵也，今为下徵之变宫也。然则正声之调，孔转下转浊，下徵之调，孔转上转清也。

清角之调：以姑洗为宫，即是笛体中翕声。于正声为角，于下徵为羽。清角之调乃以为宫，而哨吹令清，故曰清角。惟得为宛诗谣俗之曲，不合雅乐也。蕤宾为商，正也。林钟为角，非正也。南吕为变徵，非正也。应钟为徵，正也。黄钟为羽，非正也。太蔟为变宫。非正也。清角之调，唯宫、商及徵与律相应，余四声非正者皆浊，一律哨吹令清，假而用之，其例一也。

凡笛体用律，长者八之，蕤宾、林钟也。短者四之。其余十笛，皆四角也。空中实容，长者十六。短笛竹宜受八律之黍也。若长短大小不合于此，或器用不便声均法度之齐等也。然笛竹率上大下小，不能均齐，必不得已，取其声均合。三宫，一曰正声，二曰下徵，三曰清角也。二十一变也。宫有七声，错综用之，故二十一变也。诸笛例皆一也。伏孔四，所以便事用也。一曰正角，出于商上者也，二曰倍角，近笛下者也，三曰变宫，近于宫孔，倍令下者也；四曰变徵，远于徵孔，倍令高者也。或倍或半，或四分一，取则于琴徽也。四者皆不作其孔，而取其度，以应退上下之法，所以协声均，便事用也。其本孔隐而不见，故曰伏孔也。

大吕之笛，正声应大吕，下徵应夷则，长二尺六寸六分三厘有奇。

太蔟之笛，正声应太蔟，下徵应南吕，长二尺五寸三分一厘有奇。

夹钟之笛，正声应夹钟，下徵应无射，长二尺四寸。

姑洗之笛，正声应姑洗，下徵应应钟，长二尺二寸三分三厘有奇。

蕤宾之笛，正声应蕤宾，下徵应大吕，长三尺九寸九分五厘有奇。变宫近宫孔，故倍半令下，便于用也。林钟亦如之一。林钟之笛，正声应林钟，下徵应太蔟，长三尺七寸九分七厘有奇。

夷则之笛，正声应夷则，下徵应夹钟，长三尽六寸。变宫之法，亦如蕤宾，体用四角，故四分益一也。

南吕之笛，正声应南吕，下徵姑洗，长三尺三寸七分有奇。

无射之笛，正声应无射，下徵应中吕，长三尺二寸。

应钟之笛，正声应应钟，下徵应蕤宾，长二尺九寸九分六厘有奇。

《隋书》卷十六　志第六

【2.3.2】是时对乐者七十八家，咸多引流略，浩荡其词，皆言乐之宜改，不言改乐之法。帝既素善钟律，详悉旧事，遂自制定礼乐。又立为四器，名之为通。通受声广九寸，宣声长九尺，临岳高一寸二分。每通皆施三弦。一曰玄英通：应钟弦，用一百四十二丝，长四尺七寸四分差强；黄钟弦，用二百七十丝，长九尺；大吕弦，用二百五十二丝，长八尺四寸三分差弱。二曰青阳通：太簇弦，用二百四十丝，长八尺；夹钟弦，用二百二十四丝，长七尺五寸弱；姑洗弦，用二百一十四丝，长七尺一寸一分强。三曰朱明通：中吕弦，用一百九十九丝，长六尺六寸六分弱；蕤宾弦，用一百八十九丝，长六尺三寸二分强；林钟弦，用一百八十丝，长六尺。四曰白藏通：夷则弦，用一百六十八丝，长五尺六寸二分弱；南吕弦，用一百六十丝，长五尺三寸二分大强；无射弦，用一百四十九丝，长四尺九寸九分强。因以通声，转推月气，悉无差违，而还相得中。又制为十二笛：黄钟笛，长三尺八寸，大吕笛，长三尺六寸，太簇笛，长三尺四寸，夹钟笛，长三尺二寸，姑洗笛，长三尺一寸，中吕笛，长二尺九寸，蕤宾笛，长二尺八寸，林钟笛，长二尺七寸，夷则笛，长二尺六寸，南吕笛，长二尺五寸，无射笛，长二尺四寸，应钟笛，长二尺三寸。用笛以写通声，饮古钟玉律并周代古钟，并皆不差。于是被以八音，施以七声，莫不和韵。

《隋书》卷十三 志第八

【2.3.3】何承天《立法制议》云："上下相生，三分损益其一，盖是古人简易之法。犹如古历周天三百六十五度四分之一，后人改制，皆不同焉。而京房不悟，谬为六十。"承天更设新率，则从中吕还得黄钟，十二旋宫，声韵无失。黄钟长九寸，太簇长八寸二厘，林钟长六寸一厘，应钟长四寸七分九厘强。其中吕上生所益之分，

还得十七万七千一百四十七，复十二辰参之数。

《隋书》卷十六 志第十一

【2.3.4】宋元嘉中，太史钱乐之因京房南事之余，引而伸之，更为三百律，终于安运，长四寸四分有奇。总合旧为三百六十律。日当一管，宫徵旋韵，各以次从。

《隋书》卷十六 志第十一 律历上

【2.3.5】《书》曰："予欲闻六律、五声、八音，在治忽。"《周礼》、《国语》载六律六同，《礼记》又曰"五声、十二律还相为宫"。刘歆、班固撰《律历志》亦纪十二律，惟京房始创六十律。至章帝时，其法已绝，蔡邕追纪其言，亦曰今无能为者。依案古典及今音家所用六十律者，无施于乐。谨依典记，以五声十二律还相为宫之法，制十二笛象，记注图侧，如别。省图，不如视笛之了，故复重作蕤宾伏孔笛。其制云：

黄钟之笛，正声应黄钟，下徵应林钟，长二尺八寸四分四厘有奇。(《周语》曰："黄钟所以宣养六气九德也。"主声调法，以黄钟为宫，则姑洗为角。翕笛之声应姑洗，故以四角之长为黄钟之笛也。其宫声正而不倍。故曰正声。)正声调法，黄钟为宫，(第一孔。)应钟为变宫，(第二孔。)南吕为羽，(第三孔。)林钟为徵，(第四孔。)蕤宾为变徵，(第五附孔。)姑洗为角，(笛体中声。)太蔟为商。(笛后出孔也。商声浊于角，当在角下，而角声以在体中，故上其商孔，令在宫上，清于宫也。然则宫商正也，余声皆倍也。是故从宫以下，孔转下转浊也。此章说笛孔上下次第之名也。下章说律吕相生，笛之制也。)正声调法，黄钟为宫，(作黄钟之笛，将求宫孔，以姑洗及黄钟律从笛首下度之，尽二律之长而为孔，则得宫声也。)宫生徵，黄钟生林钟也。(以林钟之律从宫孔下度之，尽律作孔，则得徵声也。)徵生商，林钟生太蔟也。(以太蔟律从徵孔上度之，尽律以为孔，则得商声也。)商生羽，太蔟生南吕也。(以南吕律度从角孔下度之，尽律为孔，则得羽声也。)羽生角，南吕生姑洗也。(以姑洗律从羽孔上行度之，尽律而为孔，则得角声也。然则出于商孔之上，吹笛者左手所不及也。从羽孔下行度之，尽律而为孔，亦得角声，出于附商孔之下，则吹者右手所不逮也，故不作角孔。推而下之，复倍其均，是以角声在笛体中，古之制也。音家旧法，虽一部再倍，但令均同。适足为唱和之声，无害于曲均故也。《周语》曰：匏竹利制，议宜，谓便于事用从宜者也。)角生变宫，姑洗生应钟也。(上句所谓当为角孔而出商下者，墨点识之，以应律也。从此点下行度之，为孔则得变宫之声也。)变宫生变徵，应钟生蕤宾也。(以蕤宾律从变宫下度之，尽律为孔，则得变徵之声。

十二笛之制，各以其宫为主。相生之法，或倍或半，其便事用，例皆一者也。）下徵调法，林钟为宫，（第四孔也。本正声黄钟之徵。徵清当在宫上，用笛之宜，倍令浊下，故曰下徵。下徵更为宫者，记所谓“五声十二律还相为宫”者。然则正声调清，下徵调浊也。）南吕为商，（第三孔也。本正声黄钟之羽，今为下徵之商。）应钟为角，（第二孔也。本正声黄钟之变宫，今为下徵之角也。）黄钟为变徵，（下徵之调，林钟为宫，大吕当变徵。而黄钟笛本无大吕之声，故假用黄钟以为变徵也。假用之法：当变徵之声，则俱发黄钟及太蔟、应钟三孔。黄钟应浊而太蔟清，大吕律在二律之间，俱发三孔而微硙<石蒦>之，则得大吕变徵之声矣。诸笛下徵调求变徵之法，皆如此。太蔟为徵，（笛后出孔，本正声之商，今为下徵之徵。）姑洗为羽，（笛体中翕声也。本正声之角，今为下徵之羽也。）蕤宾为变宫，（附孔是也。本正声之变徵也，今为下徵之变宫也。然则正声之调，孔转下转浊；下徵之调，孔转上转清也。）清角之调：以姑洗为宫，（即是笛体中翕声也，于正声为角，于下徵为羽。清角之调，乃以为宫，而哨吹令清，故曰清角。唯得为宛诗谣俗之曲，不合雅乐也。）蕤宾为商，（正也。）林钟为角，（非正也。）南吕为变徵，（非正也。）应钟为徵，（正也。）黄钟为羽，（非正也。）太蔟为变宫。（非正也。清角之调，唯宫商及徵，与律相应，余四声非正者皆浊，一律哨吹令清，假而用之，其例一也。）

凡笛体用角律，其长者八之，（蕤宾、林钟也。）短者四之，（其余十笛，皆四角也。）空中实容，长者十六，（短笛竹宜受八律之黍也。若长短大小不合于此，或器用不便声均法度之齐等也。然笛竹率上大下小，不能均齐，必不得已，取其声均合。）三宫（一曰正声，二曰下徵，三曰清角。）二十一变也。（宫有七声，错综用之，故二十一变也。诸笛例皆一也。）伏孔四，所以便事用也。（一曰正角，出于商上者也。二曰倍角，近笛下者也。三曰变宫，近于宫孔，倍令下者也。四曰变徵，远于徵孔，倍令高者也，或倍或半，或四分一，取则于琴徵也。四者皆不作其孔而取其度，以应进退上下之法，所以协声均，便事用也。其本孔隐而不见，故曰伏孔。）

大吕之笛，正声应大吕，下徵应夷则，长二尺六寸六分三厘有奇。

太蔟之笛，正声应太蔟，下徵应南吕，长二尺五寸三分一厘有奇。

夹钟之笛，正声应夹钟，下徵应无射，长二尺四寸。

姑洗之笛，正声应姑洗，下徵应应钟，长二尺二寸三分三厘有奇。

蕤宾之笛，正声应蕤宾，下徵应大吕，长三尺九寸九分五厘有奇。变宫近宫孔，故倍半令下，便于用也。林钟亦如之一。林钟之笛，正声应林钟，下徵应太蔟，

长三尺七寸九分七厘有奇。

夷则之笛，正声应夷则，下徵应夹钟，长三尽六寸。变宫之法，亦如蕤宾，体用四角，故四分益一也。

南吕之笛，正声应南吕，下徵姑洗，长三尺三寸七分有奇。

无射之笛，正声应无射，下徵应中吕，长三尺二寸。

应钟之笛，正声应应钟，下徵应蕤宾，长二尺九寸九分六厘有奇。

《宋书》卷十一 志一 志序 历上

【2.3.6】十一月，律中黄钟，律之始也，长九寸。

十二月，律中大吕，司马迁未下生之律，长四寸二百四十三分寸之五十二，倍之为八寸二百四十三分寸之一百四。

正月，律中太蔟，未上生之律，长八寸。

二月，律中夹钟，酉下生之律，长三寸二千一百八十七分寸之一千六百三十一，倍之为七寸二千一百八十七分寸之一千七十五。

三月，律中姑洗，酉上生之律，长七寸九分寸之一。

四月，律中中吕，亥下生之律，长三寸万九千六百八十三分寸之六千四百八十七，倍之为六寸万九千六百八十三分寸之万二千九百七十四。

五月，律中蕤宾，亥上生之律，长六寸八十一分寸之二十六。

六月，律中林钟，丑下生之律，长六寸。

七月，律中夷则，丑上生之律，长五寸七百二十九分寸之四百五十一。

八月，律中南吕，卯下生之律，长五寸三分寸之一。

九月，律中无射，卯上生之律，长四寸六千五百六十一分寸之六千五百二十四。

十月，律中应钟，巳下生之律，长四寸二十七分寸之二十。

晋书·卷十六·律历上·五音十二律

2.4 音乐力学的史料

【2.4.1】史臣曰：琴瑟不调，必解而更张也。魏晋为吏，稍与汉乖，苛猛之风虽衰，而仁爱之情亦减。局以峻法，限以常条，以必世之仁未及宣理，而期月之望已求治术。先公后私，在己未易；割民奉国，于物非难；期之救过，所利苟免。且目见可欲，嗜好方流，贪以败官，取与违义，吏之不臧，罔非由此。擿奸辩伪，诚俟异识，垂名著绩，唯有廉平。今世之治民，未有出于此也。

《南齐书》卷五十二 列传第三十三

【2.4.2】天生烝民，而树之以君。君者，民之天也。天之养物，以阴阳为大；

君之化民，以政教为务。故寒暑不时，则疾疫；风雨不节，则岁饥。刑罚者，民之寒暑也；教令者，民之风雨也。刑罚不时，则民伤；教令不节，则俗弊。故水浊无掉尾之鱼，土埆无葳蕤之木，政烦无逸乐之民。政之於人，犹琴瑟也。大弦急，则小弦绝；小弦绝，大弦间矣。夫足寒伤心，民劳伤国。足温而心平，人佚而国宁。

《刘子》爱民第十二

【2.4.3】“急弦无懦响，亮节难为音。”

《艺文类聚》

2.5 音乐工艺学音乐史料

【2.5.1】释智匠《古今乐录》曰：金为钟镈镯铙，石为磬，丝为琴瑟箜篌筝筑琵琶，竹为篪笛龠箫管，匏为笙簧竽，土为埙缶，革为鼓，木为柷敔也。筫，筫于也。圆如碓头，大上小下，今民间犹时有其器。 镯，钲也。形如小钟，军行鸣之，以为鼓节。铙，如铃而无舌，有柄，执而鸣之。柷如漆筒，方二尺四寸，深尺八寸，中有椎柄，连底挏之，令左右击敔。状如伏虎，背上有二十七鉏铻。以竹长尺名曰止，横擽之，以节乐终也。

《古今乐录》

【2.5.2】勖等奏：“昔先王之作乐也，以振风荡俗，飨神佐贤，必协律吕之和，以节八音之中。是故郊祀朝宴，用之有制，歌奏分叙，清浊有宜。故曰‘五声十二律，还相为宫。’此经传记籍可得而知者也。如和对辞，笛之长短，无所象则，率意而作，不由曲度。考以正律，皆不相应，吹其声均，多不谐合。又辞：‘先师传笛，别其清浊，直以长短，工人裁制，旧不依律。’是为作笛无法。而知写笛造律，又令琴瑟歌咏，从之为正，非所以稽古先哲，垂宪于后者也。谨条牒诸律，问和意状如左。及依典制，用十二律造笛像十二枚，声均调和，器用便利。讲肄弹击，必合律吕，况乎宴飨万国，奏之庙堂者哉！虽伶、夔旷远，至音难精，犹宜刑古昔，以求厥衷，合于经礼，于制为详。若可施用，请更部笛工，选竹造作，太乐、乐府施行。平议诸杜夔、左延年律可皆留。其御府笛正声下徵各一具，皆铭题作者姓名。其余无所施用，还付御府毁。”奏可。

又问和：“笛有六孔，及其体中之空为七。和为能尽名其宫商角徵不？孔调与不调，以何检知？”和辞：“先师相传，吹笛但以作曲相语，为某曲当举某指，初不知七孔尽应何声也。若当作笛，其仰尚方笛工，依案旧像讫，但吹取鸣者，初不复校其诸孔调与不调也。”案《周礼》调乐金石，有一定之声，是故造钟磬者，先依律调

之，然后施于厢悬。作乐之时，诸音皆受钟磬之均，即为悉应律也。至于飨宴殿堂之上，无厢悬钟磬，以笛有一定调，故诸弦歌皆从笛为正。是为笛犹钟磬，宜必合于律吕。如和所对，直以意造，率短一寸，七孔声均，不知其皆应何律？调与不调，无以检正。唯取竹之鸣者，为无法制。辄令部郎刘秀、邓昊、魏邵等与笛工参共作笛。工人造其形，律者定其声，然后器象有制，音均和协。

又问和："若不知律吕之义，作乐音均高下清浊之调，当以何名之？"和辞："每合乐时，随歌者声之清浊，用笛有长短。假令声浊者用三尺二笛，因名曰此三尺二调也。声清者用二尺九笛，因名曰此二尺九调也。汉、魏相传，施行皆然。"案《周礼》奏六乐，乃奏黄钟；歌大吕，乃奏太蔟，歌应钟，皆以律吕之义，纪歌奏清浊。而和所称以二尺三尺为名，虽汉、魏用之，俗而不典。部郎刘秀、邓昊等以律作笛，三尺二寸者，应无射之律，若宜用长笛，执乐者曰："请奏无射。"《周语》曰："无射所以宣布哲人之令德，示民轨仪也。"二尺八寸四分四厘应黄钟之律，若宜用短笛，执乐者曰："请奏黄钟。"《周语》曰："黄钟所以宣养六气九德也。"是则歌奏之义，当合经礼，考之古典，于制为雅。

《宋书》卷十一 志一 志序 历上

【2.5.3】宋谢惠连琴赞曰：峄阳孤桐，裁为鸣琴，体兼九丝，声备五音，重华载挥，以养民心，孙登是玩，取乐山林。

《艺文类聚》卷四十四 乐部四

【2.5.4】晋顾恺之筝赋曰：其器也，则端方修直，天隆地平，华文素质，烂蔚波成，君子嘉其斌丽，知音伟其含清，罄虚中以扬德，正律度而仪形，良工加妙，轻缛璘彬，玄漆缄响，庆云被身。

1. 晋曹毗箜篌赋曰：峄阳之桐，殖颖岩摽，清泉润根，女萝被条，尔乃楚班制器，穷妙极巧，龙身凤形，连翩窈窕，缨以金采，络以翠藻，其弦则乌号之丝，用应所任，体劲质朗，虚置自吟，於是召倡人，命妙姿，御新肴，酌金罍，发愁吟，引吴妃，湖上飒沓以平雅，前溪藏摧而怀归。

2. 晋潘岳笙赋曰：河汾之宝，有曲沃之悬匏焉，邹鲁之珍，有汶阳之孤筱焉，若乃绵蔓纷敷之丽，浸润灵液之滋，固众作者之所详，余可得而略之，徒观其制器也，则审洪纤，面短长，戾刂生簳，裁熟簧，设宫分羽，经徵列商，基黄锺以举韵，望仪凤以擢形，写皇翼以插羽，摹鸾音以厉声，於是乃有始泰终约。

3. 晋王廙笙赋曰：其制器也，则取不周之竹，曾城之匏，生悬崖之绝岭，邈隆

峰以崇高，延脩颈以亢首，厌瑶口之陆离，舞灵蛟之素鳞，衔明珠於带垂，弱舌纸薄，铅锤内藏，合松膈以密际，糅彤丹以发光

《艺文类聚》卷四十四 乐部四

【2.5.5】《异苑》曰：晋武帝世，吴郡临平岸出一石，打之无声，以问张华，华云，取蜀中桐材，刻作鱼形，扣之则鸣矣，於是如言，音闻数里。

《艺文类聚》卷八十八 木部上

【2.5.6】时有广汉什邡人段祖，以淳于献鉴，古礼器也。高三尺六寸六分，围三尺四寸，圆如筩，铜色黑如漆，甚薄，上有铜马，以绳县马，令去地尺余，灌之以水，又以器盛水于下，以芒茎当心跪注淳于，以手振芒，则声如雷，清响良久乃绝。

《南史》卷三十一 列传第二十一

第三章 魏晋南北朝时期音乐科技的主要成果

通过第二章对收集到的魏晋南北朝时期音乐科技史料的统计和整理，本章将在此基础上做进一步的分析研究，探讨魏晋南北朝音乐科技在音乐自然科学思维、音乐声学、音乐数学、音乐力学、乐器工艺学取得的具体研究成果。

3.1 音乐的自然科学思想

在魏晋南北朝时期，音乐的自然科学思想主要体现在音乐的自然观中。动荡的社会环境中，士人们为了逃脱重压寻找精神寄托，也为了实现理想人格的追求，于是出现了一种崇尚老庄的思潮，即玄学。魏晋的玄学对当时社会影响很大，把天道自然奉为指导思想的最高原则，把自然的原则推崇到了顶点，并将其贯彻到社会生活的各个方面。主要吸收道家精神形态，以老庄思想为骨架，探索万物根源、本体等层次的观念。主要代表人物有：阮籍、嵇康、何晏、王弼 、向秀、裴頠、郭象等。魏晋时将《老子》、《庄子》和《周易》，称之为“三玄”，《老子》、《庄子》则被视为“玄宗”。魏晋玄学把老庄哲学中的“有无”问题当作讨论的中心课题，以解决名教与自然的关系问题为其哲学目的。魏晋玄学的老庄学，除了阮籍、嵇康之外，总的来说是以调和儒道、调和自然与名教为根本目的。天道自然观直接影响着魏晋南北朝时期科学家的思维，也影响着当时科学技术的发展，同时也影响着音乐科技成果的创新。主要表现在以下方面：

3.1.1 朴素唯物主义思想

朴素唯物主义是唯物主义发展的最初形态，是用某种或某几种具体物质形态来解释世界的本原的哲学学说，把世界的本原归根为某种或某几种具体的物质形态。中国古代的“五行说”、“阴阳说”、“元气说”等都体现了朴素唯物主义的思想。思想家习惯用天地阴阳五行来解释自然界发生的各种现象，认为宇宙万物的存在、运行都有其自然之法，这一观念也普遍运用于音乐艺术中，有史料【2.1.1】【2.1.2】【2.1.5】【2.1.7】【2.1.8】【2.1.9】6 条。将天地八方之音与阴阳八风之声对应，将社会政治、自然万物、人的德行等都统一为一种内在“联系机制”，天道、人道，万物运行，天道自然。并阐述了音乐运行与政治等级规则、天地气候变化等之间的内在关系的思想，律吕的协和与阴阳协和式统一的，八音与八方之风也是相应的。体现出明显的朴素唯物主义思想。

3.1.2 天道自然观与律学

魏晋南北朝的音乐律制受自然观的影响很大，律制的制定要与时令、月份、五行的对应等。这种自然观的思维直接影响着魏晋南北朝律学的发展，而律学的发展水平也随之决定着整个音乐文化的进步，以及在音乐文化这个载体上的科学技术的发展，比如数学、力学等等。有关于自然观与律学的史料有：【2.1.3】、【2.1.4】、【2.1.6】、【2.1.10】、【2.1.11】、【2.1.13】、【2.1.14】。其中体现了天干地支与乐律的关系的思维，将声生于日，律生于辰，声以情质，律以和声，将声与律的关系建立为一种逻辑对应，即形与质的对应。生律法与金、木、水、火、土的对应的自然观也是自然科学思维的重要部分，以三分损益法生律结合声音的尊卑，取象五行，音数多者浊，音数少者清。并将律的调和与清浊与君、臣、人、事、春、夏、秋、冬建立起一种内在联系对应。十二律与月份、时令、阴阳之气等都建立对应关系，音乐艺术与自然中运行法则是统一的。

这种思维模式广泛运用于魏晋南北朝时期音乐实践中，指导着音乐实践，成为音乐艺术的一种标准，而这种标准难免会有些牵强和不科学的成分。强调礼与乐、等级、君臣等等，音乐艺术似乎必须符合天、地、人的等级结构，这也是中国礼乐制度的一贯传统。

3.2 音乐声学成果

魏晋南北朝的音乐声学成果主要包括乐器声学、语言声学、共振几方面。中乐器声学6条，歌唱声学5条，共振4条。

3.2.1 乐器声学

魏晋南北朝时期器乐的发展是比较突出的，这个时期出现的新的乐器也很多，有曲项琵琶、五弦琵琶、筚篥、方响、锣、钹等，这些乐器都是因人口迁徙文化交流由各民族和国外传入内地的。乐器声学的史料有：【2.2.1】、【2.2.7】、【2.2.10】、【2.2.11】、【2.2.12】，阐述了发声的清浊与笛的长短有关，与弦的松紧有关、与壳振动有关。即振动频率越小音就越高也即所谓“清”，振动频率越低则音越低即越“浊”，笛的管长与琴的弦长是同理，还提及振动体自身的均匀性也决定着音质的好坏。魏晋器乐发展较突出与其文化交流是分不开的。当时并没有提倡学术的开放或禁闭，由于时代环境的特殊性，文化交流成为必然，带有一种没有准备性的接纳，与太平盛世的开放吸收借鉴思想不同，魏晋南北朝对于吸收没有更多的评判和取舍，吸收借鉴带有一定的盲目性。

3.2.2 歌唱声学

古代人认识到与发音器官及其运动、位置有关，也与空气和肺呼吸有关。歌唱声学也即如此。歌唱声学的史料有【2.2.3】、【2.2.4】、【2.2.5】、【2.2.6】、【2.2.14】以上五条史料可见发啸和歌唱时控制舌位、气息的重要性。如图 3.2.2，其中发啸没有声带的振动作用，这是它与歌唱在发音机制上的根本区别。可见魏晋南北朝时期人们对歌唱发音与器官、气息、位置等已经有了一定的科学认识。

图 3.2.2 吹啸者

3.2.3 共振

古代声学的特色内容就是共振现象的发现和共鸣乐器的发明，以及共振的实验和消除共振的方法。共振的史料有：【2.2.2】、【2.2.8】、【2.2.9】、【2.2.15】四条史料中，有使用共振，有消除共振知识。说明在魏晋南北朝时期共振知识在音乐艺术中已有广泛的运用。魏晋南北朝时期人们不仅能认识共振现象、发明共鸣乐器，还学会了如何消除共振、更好的利用共振现象。对共振现象的认识是从生活实践、音乐艺术实践出发的，并非从“理”推至。对于中国历史重“理”还是重“器”的说法是颇多的，诸多说法不论其是否全面和客观，现从音乐声学共振的史料中可以看出音乐实践对于理论的指导性则是显而易见了。

3.3 音乐数学的成果

魏晋南北朝时期是中国古代数学较发达的时代，出现了许多数学巨著和数学家，也有着许多辉煌的数学成果，数学的进步在音乐艺术中体现为律学的进步。魏晋南北朝时期音乐数学的成果主要体现在律制的求证和荀勖的笛律上。史料有【2.3.1】、【2.3.2】、【2.3.3】、【2.3.4】、【2.3.5】、【2.3.6】。对史料进行分析研究主要为钱乐之三百六十律，何承天的新律、荀勖的笛律：

三分损益法仍然是这一时期主要的数学的运算的方法，汉代的京房运用三分损益把十二律推算到了六十律，已显示的了当时数学的运算的精微性，而到了魏晋南北朝宋元嘉中，太史钱乐之因京房南事之余，引而伸之，更为三百律，终于安运，长四寸四分有奇。总合旧为三百六十律。日当一管，宫徵旋韵，各以次从。钱乐之同样用三分损益的数学方法，把十二律机械的推算至三百六十律，虽然在目的的确定上，有一定的迷信，只是为了和全年的天数相吻合，而从数学的科学思想看，把律学的精微性又提高了一个新的台阶。

何承天的新律的基本的方法也是按三分损益法，何承天《立法制议》云：“上下相生，三分损益其一，盖是古人简易之法。犹如古历周天三百六十五度四分之一，后人改制，皆不同焉。而京房不悟，谬为六十。”他认为三分损益法时古人的简易之法，而京房没有理解到其中的真意，一直推算至六十律，这是不合理的。要想解决旋宫转调周而复始，只能在十二律内调整各律的长度，调整的方法是：承天更设新率，则从中吕还得黄钟，十二旋宫，声韵无失。黄钟长九寸，太簇长八寸二厘，林钟长六寸一厘，应钟长四寸七分九厘强。其中吕上生所益之分，还得十七万七千一百四十七，复十二辰参之数。具体为，先把黄钟定为九寸，根据三分损益法算出十二律的各自的长度，继而再三分益一上生“中吕还得黄钟”得到一实数，用黄钟律减去这一实数（9-8.8788=0.1212）求的其差数，将此差数 0.1212 除以 12，算出相生所差的数 0.0101，将此数值分别加到各律的原长度上。这种新的数理逻辑表明魏晋南北朝时期朴素趋匀观念自觉的向数理靠拢[①]。何承天的新律从效果上非常的接近平均律，这不得不归结于当时数学思想的创新，但是在实用上还不是准确的科学的十二平均律。

荀勖的笛律是三分损益法在实践中得到运用的典型一例。在《晋书·卷十六》中用三分损益之法已求得了十二律的律数：可以看出荀勖计算管口校正的方法，用一公式记述：（宫长×2）-（宫长+角长）=宫长-角长=9.0000-7.1111=1.8889，即各音孔均下移 1.8889。荀勖还用数学的精确的计算，得出了十二只笛的开口数据，如图 3.3。荀勖的“管口校正法”是一种经验性的方法，虽不能达到物理学的精确度，但是有了很高的应用价值，在应用律学上有很大的贡献。

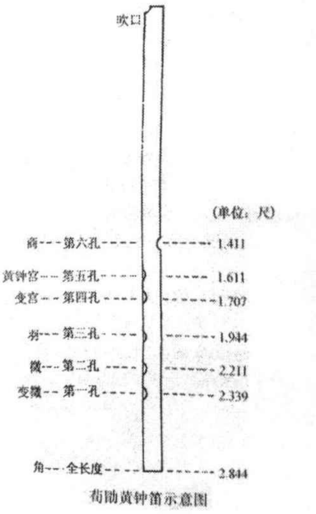

图 3.3

魏晋南北朝时期律学的成就是辉煌的，更多体现出的是实践第一的观点。这也是魏晋南北朝时期律学思维不同于其它时期的特殊之处。钱乐之用把十二律机械的推算至三百六十律，虽然从数学的科学思维看，是把律学的精微性又提高了一个新的台阶，但在目的的确定上有一定的迷信，只是为了和全年的天数相吻合，比较机械和牵强，对于实践并没有多少指导意义，体现出“理”的思维。而魏晋南北朝时期体现出更多的则是重实践重“器”的思维，如何承天的新律、荀勖的笛律。在音乐实践中首先考虑的是如何解决旋宫转调的问题，84 调需要出现供

[①]李玫. 东西方乐律学研究及发展历程. 北京，中央音乐学院出版社，2006

它转换的律制，这也是一直困扰着音乐发展的重大问题。何承天的新律是从音乐实践出发，从实践的角度看在一定程度上解决了旋宫转调的问题，虽然不是准确的十二平均律，但在效果上已非常接近。这种重实践的理念和思维是魏晋时期的特点。荀勖笛律的思维原理与何承天的新律一致，也是为了解决音乐实践中旋宫转调的问题，突出经验性、应用性，实践性。魏晋南北朝时期对旋宫转调问题的实践性解决也为隋唐的音乐发展奠定了基础。重“器”的思维成为魏晋南北朝时期的显著特点。

3.4 音乐力学的成果

音乐艺术主要涉及力学领域的有乐器材料、演奏动力、演奏中的平衡等问题。魏晋南北朝时期的音乐力学史料关于演奏的动力和平衡问题涉及的较少，只在乐器的材料本身的张力有所涉及。总体关于音乐力学的史料数量较少，从音乐史料的数量来看，未能充分说明魏晋南北朝时期音乐艺术中的力学情况。史料有：【2.4.1】、【2.4.2】、【2. 4. 3】。从物理性能与乐器音质的关系论述，乐器的物理张力会影响乐器的音质，说明魏晋时期人们对物理张力的性能已经有所了解。对乐器的物理性能的了解也是从实践出发认识事物，对实践过程进行总结，上升到理论的总结用来指导实践，这也体现出魏晋南北朝时期的一种普遍的音乐思维。

3.5 乐器工艺学

乐器工艺承载的科学技术往往是非常丰富的，乐器工艺体现出社会生活的许多方面：经济的发展水平、手工业、冶金业等。在稳定的时期，工艺制造比较发达，动乱的时期工艺制造则相对落后，而魏晋南北朝时期则出现了较发达的乐器工艺，这与文化的交流是密不可分的。魏晋南北朝时期出现的新的乐器很多，有曲项琵琶、五弦琵琶、筚篥、方响、锣、钹等，在乐器的种类数量上引进的较多。乐器制造的史料只有 6 条，但基本上可以说明当时乐器工艺的情况。史料有:【2. 5. 1】、【2. 5. 2】、【2. 5. 3】、【2. 5. 4】、【2. 5. 6】。以上史料有从制作的定量推算、律学推算来说明乐器工艺学已发展为用科学的推理和计算方法来。史料还分别涉及到乐器制作的材质、漆面、雕刻、装饰、形质大小等问题，制作的材质说明了乐器制作的材料学情况，漆面则说明了化学的发展状况，雕刻和装饰等方方面面反应到当时社会的科学技术也是方方面面的，具有很高的研究价值。

结语

音乐科技是新的学术领域，音乐界和科学技术界对此都有极大的重视，但对此方面的研究目前空白仍比较多，音乐科技的成果也需进一步加强研究和总结成果。科学技术工作者和音乐艺术工作者需联手攻关，为音乐科技学科领域取得更全面深入的研究。

本文以魏晋南北朝音乐科技史料为研究对象，对其进行分析统计整理，本文的研究成果主要有一下几个方面：

一、将魏晋南北朝时期音乐的自然科学思想方面分为两方面论述。

首先从朴素唯物主义思想上论述，从其思想的发展及在音乐艺术中的实践指导运用论述。其次从天道自然观对音乐实践的影响进行论述，论述了阴阳五行、元气、时令等对音乐律学、乐器材料、制作形质、计算方式等的影响，由此反映当时音乐的自然科学思维。这种思维模式指导着音乐实践，成为音乐艺术的一种标准，而这种标准难免会有些牵强和不科学的成分。

二、魏晋南北朝时期在也一样声学取得了较大进展主要分三方面进行论述：

当时并没有提倡学术的开放或禁闭，由于时代环境的特殊性，文化交流成为必然，带有一种没有准备性的接纳，与太平盛世的开放吸收借鉴思想不同，魏晋南北朝对于吸收没有更多的评判和取舍，吸收借鉴带有一定的盲目性。另从音乐声学的史料中可以看出音乐实践对于理论的指导性是显而易见的，这说明了当时的一种研究态度和思维方式。

1、乐器声学

从乐器发声与自身的材质、笛的长短、与弦的松紧、壳振动进行整理研究，得出了振动原理在当时的运用，即振动频率与音质的关系。但在当时在认识上还较浅，属于初探。

2、歌唱声学从歌唱发声的位置、呼吸、气息等论述魏晋南北朝时期对歌唱技巧的掌握，并由此探求其中的一些科技原理。从艺术实践上升为理论总结，从表象认识发展为科学性原理。

3、共振，对共振的认识和运用可以看出其中表现出的科学技术元素，管振动、板振动等，认识共振原理并将其运用到乐器的制造中。在运用过程中可以看到掌握的程度，说明当时科学技术的一些情况。

三、音乐数学的成果

魏晋南北朝时期音乐数学的成果主要体现在律制的求证和荀勖的笛律上。主要出现了钱乐之三百六十律，何承天的新律、荀勖的笛律。并通过对乐器律学的计算反应出当时的数学发展情况。魏晋南北朝时期律学更多体现出的是实践一的观点。在音乐实践中首先考虑的是如何解决旋宫转调的问题，何承天的新律、荀勖笛律虽然不是准确的十二平均律，但在效果上已非常接近，突出经验性、应用性，实践性。魏晋南北朝时期对旋宫转调问题的实践性解决也为隋唐的音乐发展奠定了基础。重“器”的思维成为魏晋南北朝时期的显著特点。

四、音乐力学的成果

魏晋南北朝时期的音乐力学史料关于演奏的动力和平衡问题涉及的较少，只在乐器的材料本身的张力有所涉及。总体关于音乐力学的史料数量较少，从音乐史料的数量来看，未能充分说明魏晋南北朝时期音乐艺术中的力学情况。

五、乐器工艺学

乐器工艺学涉及到乐器制作的材质、漆面、雕刻、装饰、形质大小等问题。魏晋南北朝时期的乐器工艺已经相对比较发达，从实际用途到艺术审美，反应到的科学技术比较多，具有很高的研究价值，需做进一步的研究。乐器工艺承载的科学技术往往是非常丰富的，在稳定的时期，工艺制造比较发达，动乱的时期工艺制造则相对落后，而魏晋南北朝时期则出现了较发达的乐器工艺，这与文化的交流是密不可分的。乐器制造工艺中包涵的科学技术是非常丰富的，需从音乐考古学中进行更多的科学技术研究，文献学的研究只能反映当时的概况。

参考文献

[1] 杨荫浏 《中国古代音乐史稿》人民音乐出版社 2005

[2] 文化部文学艺术研究院音乐研究所 《中国古代乐论选辑》人民音乐出版社 1983

[3] 张世彬 《中国音乐史论述稿》友联出版社 1975

[4] 孙继南 周柱栓 《中国音乐通史简编》山东教育出版社 1999

[5] 修林海 《中国古代音乐史料集》 兴界图书出版公司 2000

[6] 戴念祖 《中国物理学史大系·声学史》湖南教育出版社 2001

[7] 黄亚新 《中国魏晋南北朝艺术史》 人民出版社 1994

[8] 戴念祖 《中国物理学史大系·古代物理学史》 湖南教育出版社 2001

[9] 吉联抗 《嵇康·声无哀乐论》 音乐出版社 1964

[10] 何堂坤 何绍庚 《中国魏晋南北朝科技史》人民出版社 1994

[11] 李约瑟 《中国科学技术史·科学思想史》科学出版社 1990

[12] 刘再生 《中国古代音乐史简述》人民音乐出版社

[13] 乐声 《中华乐器大典》 民族出版社 2002

[14] 刘东升 《中国古乐器》 湖北美术出版社 2002

[15] 王子初 《中国音乐考古学》 福建教育出版社 2002

[16] 田可文 《中国音乐史学文集》上海音乐出版社 2007

[17] 田可文 《音乐历史观与研究模式的求证》上海音乐出版社 2007

[18] 谬天瑞 《律学》 人民音乐出版社 1996

[19] 郑祖襄 《中国古代音乐史学概论》1998

[20] 方宝璋 郑俊晖 《中国音乐文献学》福建教育出版社 2006

[21] 吴南熏 《律学会通》科学出版社 1964

[22] 杨文衡 杜石然 陈美东 金秋鹏 廖育群 《中国科技史话》中国科学技术出版社 1990

[23]《中国大百科全书·音乐舞蹈卷》中国大百科全书出版社 1986

[24] 刘洪涛 《中国古代科技史》南开大学出版社 1991

[25] 傅惜华 《古典戏曲声乐论著丛书》北京音乐出版社 1962

[26]《国学备要》中国国学时代文化传播有限公司

[27] 刘莎《乐器学研究的相关学科》天津音乐学院学报 2002

[28] 高兴《音乐的多维视角》文化艺术出版社 2004

附 录

1.《乐论》，三国魏阮籍撰，收于《阮籍集》。原 13 卷，已佚。今诸本皆为后人所缉。现有上海古籍出版社《阮籍集》校点本 2 卷。上卷收文 20 篇，下卷收诗 84 首。《乐论》是阐述音乐思想的理论，吸取道家思想的“天人合一”、“恬淡虚无”的观点，把音乐、天地与人联系起来。

2.《声无哀乐论》，三国魏嵇康著。存《嵇康集》第五卷，《嵇康集》现有鲁迅校本，戴明扬《嵇康集校注》。《声无哀乐论》提出“声无哀乐”的基本观点，即音乐是客观存在的音响，哀乐是人们被触动以后产生的感情，两者并无因果关系。“心之与声，明为二物”，进而阐明音乐的本体是“和”。这个“和”是“大小、单复、高埤（低）、善恶（美与不美）”的总合，也即音乐的形式、表现手段和美的统一。它对欣赏者的作用，仅限于“躁静”、“专散”；即它只能使人感觉兴奋或恬静，精神集中或分散。音乐本身的变化和美与不美，与人在感情上的哀乐是毫无关系的，即所谓“声音自当以善恶为主，则无关于哀乐，哀乐自当以情感而后发，则无系于声音。”

3.《拾遗记》志怪小说集。作者东晋王嘉，字子年，陇西安阳(人。《晋书》第 95 卷有传。今传本大约经过南朝梁宗室萧绮的整理。 《拾遗记》共 10 卷。前 9 卷记自上古庖牺氏、神农氏至东晋各代的历史异闻，其中关于古史的部分很多是荒唐怪诞的神话。汉魏以下也有许多道听途说的传闻，尤其宣扬神仙方术，多诞谩无实，为正史所不载。末 1 卷则记昆仑等 8 个仙山。现存最早的刻本是明嘉靖十三年(1534)世德堂翻宋本。另有《稗海》本，文字与世德堂本出入较大。今人齐治平有校注《拾遗记》。

4.《南齐书》南朝梁萧子显撰，记述南朝萧齐王朝自齐高帝建元元年（479 年）至齐和帝中兴二年（502 年），共二十三年史事，是现存关于南齐最早的纪传体断代史。《南齐书》原有六十卷，今存五十九卷，计有本纪八卷、志十一卷、列传四十卷。另有序录一卷，述作书义例和目录，亡佚甚早。志基本沿袭《宋书》八志，唯去《律历志》而增《舆服志》，改《符瑞志》为《祥瑞志》，其中以《州郡志》与《百官志》尤具史学价值，不过《州郡志》也因不著户口而为人诟病。《南齐书》还以“史臣曰”的形式阐发史论，亦具特色。

5.《刘子》作者刘昼,字孔昭,渤海阜城人,北齐时期思想家,《刘子》一书,针对当时社会时弊,提出了自己治国安民的政治主张及为国建功立业,施展个人才能的抱

负。

6.《艺文类聚》是唐代开国初年由高祖李渊下令编修的，欧阳询主编，参与其事的还有裴矩、陈树达等人，武德七年成书。分 46 部，每部又列子目 727，全书约百余万言。 此书分类按目编次，故事在前，均注出处。所引诗文，均注时代。作者于题目，并按不同的文体，用"诗"、"赋"、"赞"、"箴"等字标明类别。所引用的古籍，据北京大学研究所在 1923 年所作的统计，共为 1431 种，这些古籍大多散失，现存不足十分之一。因其所引者多为唐前古本，可用以互校今传之本而有可能纠订其误谬。现存最好的本子是明季校书家冯舒细校的"代宋本"。1999 年，上海古籍出版社再次重印，成为现今通行的最好的版本。

7.《古今乐录》系南朝陈释智匠所撰。据《中兴馆阁书目》可知其编成于陈废帝光大二年(568)，所叙自汉迄陈乐事。此书保留了汉魏六朝乐府的详尽资料，具有重要的史料价值。

8.《宋书》是一部记述南朝刘宋一代历史的纪传体史书。梁沈约撰，含本纪十卷、志三十卷、列传六十卷，共一百卷。今本个别列传有残缺，少数列传是后人用唐高峻《小史》、《南史》所补。八志原排在列传之后，后人移于本纪、列传之间，并把律历志中律与历两部分分割开。 收录当时的诏令奏议、书札、文章等各种文献较多，保存了原始史料。

9.《晋书》一百三十卷，包括帝纪十卷，志二十卷，列传七十卷，载记三十卷，记载了从司马懿开始到晋恭帝元熙二年为止，包括西晋和东晋的历史。晋书》编者共二十一人。其中监修三人为房玄龄、褚遂良、许敬宗；天文、律历、五行等三志的作者为李淳风；拟订修史体例为敬播；其他十六人为令狐德棻、来济、陆元仕、刘子翼、卢承基、李义府、薛元超、上官仪、崔行功、辛丘驭、刘胤之、杨仁卿、李延寿、张文恭、李安期和李怀俨。

10.《魏书》，北齐魏收撰，是一本纪传体史书，内容记载了公元四世纪末至六世纪中叶北朝魏的历史。一百二十四卷，其中本纪十二卷，列传九十二卷，志二十卷。因有些本纪、列传和志篇幅过长，又分为上、下、或上、中、下三卷，实共一百三十卷。

11.《啸旨》唐永泰年间，大理寺评事孙广撰写了《啸旨》，他对“啸”这一特殊的发声艺术作了全面的论述。

12.《文心雕龙》　古代文学理论著作。刘勰撰。成书于南朝齐和帝中兴元、二

年间。它是中国文学理论批评史上第一部有严密体系的。

13.《太平御览》中国古代类书。宋太宗命李昉等14人编辑，全书1000卷，分55部，每部之下又分若干子目，共4558类。

14.《隋书》共八十五卷，其中帝纪五卷，列传五十卷，志三十卷。本书由多人共同编撰，分为两阶段成书，从草创到全部修完共历时三十五年。唐武德四年（，令狐德棻提出修梁、陈、北齐、北周、隋等五朝史的建议。次年，唐朝廷命史臣编修，但数年过后，仍未成书。贞观三年（公元629年），重修五朝史，由魏征“总知其务”，并主编《隋书》。

发表文章目录

《浅谈古琴文化的艺术审美和文化内涵》发表于黄河之声杂志，2010年第三期。

致谢

行文至此，硕士毕业论文终于写就，回首光阴，感概颇多。毕业论文能够得以顺利完成，全归于各位老师无私的教导和各位同学热忱的帮助，在这里我要对他们表示真诚的谢意！

首先要特别感谢我的导师高兴教授。三载光阴，恩师教导我做人，指引我为学，付出千百倍的辛劳，不可尽述。老师知识渊博，治学严谨，在我毕业论文的撰写过程中，多次给我提出宝贵意见，无论从论文题目的选定还是论文目录与正文里的每一字眼，经由您悉心的点拨，由衷感谢您在论文上倾注的大量心血。

其次要感谢为笔者毕业论文提供资料的杨阳老师、赵海英老师、张娟老师给予我珍贵的资料和热情的帮助，以及在笔者写作阶段所有赐教于我的科技哲学系的樊小军同学、中文系的李素文同学等，是你们丰富了我的知识，拓宽了我的视野。

最后感谢我的亲人，朋友对我默默的支持和理解。

可敬的师长、同学们，在这里请接受我诚挚的谢意，感谢你们！

个人简况及联系方式

个人简历：贾靖国，男，籍贯山西朔州人，2007 年毕业于太原师范学院音乐系 2007 年考入山西大学音乐学院攻读硕士至今。

电话：　　　　　　　　　邮箱：

承 诺 书

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是在导师指导下独立完成的，学位论文的知识产权属于山西大学。如果今后以其他单位名义发表与在读期间学位论文相关的内容，将承担法律责任。除文中已经注明引用的文献资料外，本学位论文不包括任何其他个人或集体已经发表或撰写过的成果。

作者签名：贾靖国

2010年5月27日

学位论文使用授权声明

本人完全了解山西大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关机关或机构送交论文的复印件和电子文档，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等手段保存、汇编学位论文。同意山西大学可以用不同方式在不同媒体上发表、传播论文的全部或部分内容。

保密的学位论文在解密后遵守此协议。

作者签名：

导师签名：

2010年5月27日